



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 61 883 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**B 23 Q 37/00**  
B 23 B 39/04  
B 23 Q 1/25  
B 23 P 23/04  
B 23 Q 1/01

⑲ Aktenzeichen: 100 61 883.9  
⑳ Anmeldetag: 12. 12. 2000  
㉓ Offenlegungstag: 27. 6. 2002

**DE 100 61 883 A 1**

⑦① Anmelder:  
TDM Elektronik, 95444 Bayreuth, DE; Müller,  
Thomas, 95444 Bayreuth, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Dreykorn-Lindner, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 90571  
Schwaig

⑦② Erfinder:  
Müller, Thomas, 95444 Bayreuth, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Polarkoordinaten-Bohrmaschine mit Bohrer-Vorschubsteuerung

**DE 100 61 883 A 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft in erster Linie eine Werkzeugmaschine zur Bearbeitung von Werkstücken mit einem Maschinengestell und mit einem um dessen vertikale Achse rotierbaren Schwenkarm, welcher das Werkzeug trägt.

[0002] Programmgesteuerte Fräs- und Bohrmaschinen beliebiger Art und auch in Kombination als Bearbeitungszentren sind seit langem bekannt. Meist sind derartige Werkzeugmaschinen auf einem Maschinenständer aufgebaut, der sämtliche für die Funktion und Bearbeitung erforderlichen Baugruppen enthält. Auf den Maschinenständer ist in der Regel eine horizontal angeordnete Arbeitsplatte aufgesetzt, die hochpräzise gefertigt ist und Befestigungsmöglichkeiten, insbesondere in Form von Nuten, für weitere Baugruppen aufweist. Weiterhin ist auf der Arbeitsplatte ein Werkstückträger aufgesetzt, der das zu bearbeitende Werkzeug aufnimmt. Der Werkstückträger ist beispielsweise mit einem Längs- und einem Quersupport ausgestattet, die eine Schnellverstellung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung zulassen. Weiterhin ist die Werkstückspindel für sich oder aber mit dem Längssupport gekoppelt rotierend antriebsbar, so dass an sich beliebige Kombinationen einer Dreh- und Vorschubbewegung realisierbar sind.

[0003] So ist beispielsweise aus der DE 36 32 106 C1 eine Vorrichtung zur Winkelpositionierung der Arbeitsspindel einer programmgesteuerten Fräs- und Bohrmaschine, bestehend aus einem Hilfsantrieb zum Verdrehen der Arbeitsspindel nach Abschalten des Hauptantriebs bekannt. Weiterhin ist ein federbelasteter Fixierbolzen – der zur Festlegung der Arbeitsspindel in der gewünschten Winkelposition in eine Bohrung einrastet – vorgesehen, wobei der Hilfsantrieb und der Fixierbolzen an einer Platte montiert sind, die durch einen Stellantrieb zwischen einer ausgerichteten Ruhestellung und einer einkuppelbaren Betriebsstellung bewegbar ist. Damit die Winkelpositionierung keine Verbreiterung des Spindelkastens erfordert, ist die am oberen Ende der vertikalen Arbeitsspindel angeordnete Platte um ein horizontales Gelenk schwenkbar am Spindelgehäuse montiert. Der Stellantrieb ist ein achsparallel zur Arbeitsspindel am Spindelgehäuse angeordneter Elektromagnet, dessen axial beweglicher Anker über einen Stößel auf die Oberseite der Platte gegen die Kraft einer Druckfeder einwirkt.

[0004] Weiterhin ist für Kleinbetriebe und Heimwerker aus der DE 39 04 299 C1 eine kombinierte Werkzeugmaschine, mit einem vom Bett der Maschine getragenen Spindelkasten mit einer horizontalen Drehspindel, mit einer vertikalen Bohr-/Frässpindel, die in einem mit dem Spindelkasten verbundenen Ständer gelagert ist, und mit einer motorisch angetriebenen Vorschubspindel für einen auf dem Bett geführten Werkzeugschlitten, bekannt. Um die Bohr-/Frässpindel im größerem Maße höhenverstellbar auszugestalten, ist der Ständer an seiner Unterseite mit einem Drehteller, der ein zentrisches Innengewinde hat, das mit dem Außengewinde einer Hubspindel im Eingriff steht, fest verbunden. Die Hubspindel ist im oberen Abschnitt des Spindelkastens fest gelagert, und ragt durch eine obere Öffnung im Spindelkasten hindurch sowie durch eine untere Öffnung des Ständers in denselben hinein.

[0005] Eine Polarkoordinaten-Glasschneidemaschine, bei welcher ein um eine vertikale Achse rotierbarer Schwenkarm mit einem daran längs bewegbaren Schneidwerkzeug über einer Bearbeitungsfläche angeordnet ist, ist aus dem DE 296 18 031 U1 bekannt. Um eine stabile, gegen Schwingungen und dergleichen gesicherte Halterung des Schwenkarms zu ermöglichen, ist im einzelnen vorgesehen, dass der Schwenkarm an einer sich quer über die Bearbeitungsfläche vom einen zum anderen gegenüberliegenden Rand erstrek-

kenden und an ihren beiden Enden in einem mindestens dem doppelten Schwenkarmradius entsprechenden Abstand befestigten Traverse hängend gelagert ist.

[0006] Weiterhin ist aus der DE-G 94 02 360.3 ein Bohrergerät mit einem einen Bohrer in Drehung versetzenden hydraulischen oder elektrischen Antriebsmotor und mit einem den Bohrer vorschubenden hydraulischen oder elektrischen Vorschubmotor bekannt. Um eine automatische Anpassung der Bohrer-Vorschubgeschwindigkeit an die jeweiligen Verhältnisse zu realisieren, ist dem Antriebsmotor ein Lastfühler zugeordnet und der Ausgang des Lastfühlers ist mit einem Steuereingang eines Mengenbegrenzers bzw. eines Strombegrenzers und/oder eines Druckbegrenzers bzw. eines Spannungsbegrenzers verbunden, der in eine Versorgungsleitung für den Vorschubmotor eingefügt ist.

[0007] Weiterhin ist aus der DE 40 37 099 C3 eine Vorrichtung zum Schneiden von gestapeltem, blattförmigem Gut, mit einem Tisch, dessen Oberfläche ein Arbeitsfeld, über dem sich ein Schneidmesser und ein Pressbalken befinden, aufweist bekannt. Dahinter ist ein Eingangsfeld zur Aufnahme des zu schneidenden Gutes und davor ein Ausgangsfeld zur Aufnahme des geschneittenen Gutes angeordnet. Weiterhin ist eine Vorschubeinrichtung für das zu schneidende Gut vorgesehen. Um das Drehen sowie das automatische Einführen des zu schneidenden Gutes zu ermöglichen, ist im Tisch ein Drehteller um eine senkrecht zur Tischoberfläche angeordnete Achse schwenkbar gelagert und über Kraftmittel aus der Tischoberfläche hebbbar.

[0008] Für handbediente Werkzeugmaschinen mit einem um eine Achse verschwenkbaren Ausleger ist aus der DE 42 33 908 C2 eine Positionsanzeige bekannt. Am Ende des Auslegers ist ein längs des Auslegers verschiebbares Werkzeug angeordnet. Weiterhin sind zumindest zwei Anzeigefelder für Koordinatenwerte und eine Eingabeeinheit zur Eingabe von Soll-Koordinatenwerten für eine Zielposition eines kartesischen, auf ein Werkstück bezogenen Koordinatensystems vorgesehen. Um ein sicheres und schnelles Anfahren der Zielposition zu ermöglichen, ohne dass die Bedienperson Umrechnungen durchführen muss, werden die kartesischen Koordinaten X, Y in einem Koordinatenwandler der Positionsanzeige in Polarkoordinaten R,  $\Theta$  umgewandelt, die sich auf das Koordinatensystem der Werkzeugmaschine beziehen. Bei der manuellen Bearbeitung des Werkstückes werden somit die noch zu verfahrenen Restwege bis zur Zielposition in Polarkoordinaten R,  $\Theta$  angezeigt. Die Soll-Koordinatenwerte können über eine Tastatur eingegeben werden, als Eingabeeinheit kann aber auch ein Datenträger Anwendung finden oder die Eingabe kann im Teach In-Verfahren erfolgen. Dabei kann auch durch Drücken einer Taste ein Lochkreisrechner aktiviert werden, wenn mehrere Bohrlöcher auf einem gemeinsamen Kreis hergestellt werden sollen. Als Eingabewerte sind hierzu der Mittelpunkt des Lochkreises bezogen auf den Werkstücknullpunkt, der Radius, die Anzahl der Löcher sowie der Ablagewinkel zum ersten Loch einzugeben. Aus den Eingabewerten berechnet die Positionsanzeige die von der Radialbohrmaschine zu verfahrenen Wege in Polarkoordinaten R,  $\Theta$  bezogen auf den Maschinennullpunkt. Bei der Bohrung der einzelnen Löcher des Lochkreises werden die Restwege in den Anzeigefeldern in Polarkoordinaten R,  $\Theta$  angezeigt.

[0009] Auch sind Werkzeugschleifmaschinen seit langem bekannt und dienen insbesondere zum Instandsetzen von Schneidwerkzeugen, d. h. zum Nachschärfen der Schneidkanten, wobei die Schneidengeometrie als solche nach Möglichkeit wieder hergestellt werden soll. Beispielsweise ist aus der DE 44 31 634 C1 eine Werkzeugschleifmaschine mit einer von einem Maschinenständer getragenen und horizontal angeordneten Arbeitsplatte, einem ein Werkstück

aufnehmenden und auf der Arbeitsplatte aufgesetzten Werkstückträger, sowie einem ein Schleifwerkzeug aufnehmenden Schleifkopf bekannt. Der Schleifkopf ist an einer Schleifsäule gelagert, welche vertikal angeordnet und mittels eines Drehtellers um eine vertikal verlaufende Achse schwenkbar ist. Da der hohe Platzbedarf für die Schleifsäule einschließlich des diese tragenden Drehtellers den Arbeitsbereich erheblich einschränkt, so dass es in der Regel erforderlich ist einen Maschinenständer mit vergrößerter Arbeitsplatte zu verwenden ist bei der Werkzeugschleifmaschine gemäß der DE 44 31 634 C1 der Drehteller unterhalb der Arbeitsplatte und im Maschinenständer integriert angeordnet und an einem zentral hindurchgeführten und zu beiden Seiten hin überstehenden Lagerbolzen angebracht. Der Lagerbolzen ist durch sowohl oberhalb als auch unterhalb des Drehtellers angeordnete Lager gehalten. Weiterhin ist ein Tragarm für die Schleifsäule vorgesehen, der einerseits mit dem Drehteller fest verbunden und andererseits seitlich über die Arbeitsplatte derart hinausgeführt ist, dass die dort angebrachte Schleifsäule um die Arbeitsplatte herum verschwenkbar ist.

[0010] Schließlich ist zur automatischen Montage und Bearbeitung von Werkstücken aus der DE 41 11 547 A1 ein Rundtaktautomat mit einem Maschinengestell und mit mehreren in einem Winkelabstand um eine vertikale Gestellachse voneinander angeordnete, gestellfeste Stationen aufweisende Arbeits- und Kontrolleinheiten bekannt. Weiterhin sind mehrere um die Gestellachse drehbar am Gestell angeordnete und in gleichen Winkelabständen voneinander positionierte Werkstückträger vorgesehen. Mittels Antriebsmotor und Schrittgetriebe angetriebene Drehteller werden zeitweilig in den Bearbeitungsstationen der Werkstückträger positioniert. Für den Bewegungsantrieb der Arbeits- und Kontrolleinheiten sind über den Antriebsmotor angetriebene Getriebemittel vorgesehen. Die einzelnen Stationen des Rundtaktautomaten können dadurch beliebig als Be- und Entladestation, Kontroll- und Messstation oder als Arbeitsstation ausgerüstet werden. Meist ist ein über dem Drehteller angeordnetes Gehäuse vorgesehen, das zur Ausführung von Hubbewegungen der Arbeits- und Kontrolleinheiten auf und abbewegt wird, und auf dem horizontal bewegte Lineareinheiten Be- und Entlademanipulationen durchführen. Die Kontrolleinheiten haben jeweils die Aufgabe, Lage, Anwesenheit und Größe eines Werkstücks, das zuvor manipuliert oder auf den Werkstückträger aufgesetzt wurde, zu erfassen und die diesbezüglichen Informationen an eine zentrale Steuerungseinheit weiterzugeben. Die Kontrolleinheiten müssen ebenso wie die übrigen Arbeitseinheiten beim Weiterdrehen des Drehtellers aus dessen Kollisionsbereich herausgefahren werden. Da die Kontrolleinheiten und die Arbeitseinheiten an einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind, werden die Kontrolleinheiten bei jedem Taktschritt auf und abbewegt, obwohl für diesen Vorgang nur bei jedem zweiten Be- und Entladungsschritt eine Absenkung notwendig wäre. Dies führt zu einer unnötigen Massenbewegung, die sich taktbegrenzend auswirkt. Hinzu kommt, dass Gehäusevibrationen, die durch die Be- und Entladebewegungen sowie Bearbeitungsvorgänge ausgelöst werden, die Durchführung von Messungen in den Kontrolleinheiten erschweren und zu Fehlmessungen führen können. Um dies zu vermeiden, ist beim Rundtaktautomat gemäß der DE 41 11 547 A1 vorgesehen, dass die Getriebemittel eine am Gestell auf und abbewegbare erste Hubplattform zur Auslösung einer oszillierenden Vertikalbewegung der Arbeits- und/oder Kontrolleinheiten, eine am Gestell hin- und herschwenkbare Schwenkplattform zur Auslösung einer oszillierenden Horizontalbewegung der Arbeits- und/oder Kontrolleinheiten sowie eine mit der halben Hubfrequenz

der ersten Hubplattform auf und abbewegte zweite Hubplattform zur Auslösung einer oszillierenden Vertikalbewegung der Arbeits- und/oder Kontrolleinheiten aufweisen.

[0011] Wie die vorstehende Würdigung des Standes der Technik aufzeigt, ist der Einsatz von schrittweise angetriebenen Drehtellern oder Schwenkarmen für verschiedene Anwendungsbereiche bekannt. Der wesentliche Nachteil der oben stehend beschriebenen Werkzeugmaschinen liegt darin, dass bei der Steuerung stets ein kartesisches Koordinatensystem zugrunde gelegt wird. Demzufolge entstehen auch bei benachbarten jedoch außerhalb des XY-Rasters liegenden Positionen lange Verfahrwege durch das notwendige Aufsuchen von Positionen durch das Längenmeßsystem. Hinzu kommt, dass in einem Linearsystem die Führungen innerhalb der Bearbeitungszone liegen, so dass durch Materialabtrag diese einer hohen Verschmutzungs- und Beschädigungsgefahr, beispielsweise durch Späne ausgesetzt sind. Obwohl kurze Bearbeitungszeiten und störungsfreier Betrieb bei Werkzeugmaschinen von großem Nutzen ist, konnte die Gesamtheit der Einsatzgebiete bzw. Anwendungsfälle von den bekannten Werkzeugmaschinen nicht erfüllt werden. Besonders bedeutsam ist dies, weil die Werkzeugmaschinen-Industrie als äußerst fortschrittliche, entwicklungsfreudige Industrie anzusehen ist, die sehr schnell Verbesserungen und Vereinfachungen aufgreift und in die Tat umsetzt.

[0012] Der Erfindung liegt gegenüber den bekannten Werkzeugmaschinen die Aufgabe zugrunde, diese derart auszugestalten, dass eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit erzielt werden kann.

[0013] Diese Aufgabe wird, ausgehend von einer Werkzeugmaschine mit einem Maschinengestell und mit einem um dessen vertikale Achse rotierbaren Schwenkarm, dadurch gelöst, dass ein motorisch antreibbarer Drehteller im Maschinengestell gelagert ist, dass auf dem Drehteller ein das Werkstück aufnehmender Werkstückträger befestigt ist und dass mindestens ein Schwenkarm außerhalb des Drehtellers angeordnet ist, wodurch eine Polarkoordinatensteuerung des Werkzeugs oder eines Messgeräts ermöglicht wird.

[0014] Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine weist den Vorteil auf, dass auf überraschend einfache Art und Weise eine Polarkoordinatensteuerung für ein Werkzeug, beispielsweise einen Bohrer oder ein Messgerät, z. B. Kamera, Abstandssensor, vorgenommen werden kann. Der Abstand des Schwenkarms zum Drehteller ist für die Positionssteuerung nicht von Bedeutung. Im Vergleich zu bekannten Werkzeugmaschinen wird auf eine lineare Führung bei der Positionssteuerung vollständig verzichtet. Damit wird erstmalig eine Positionssteuerung unter ausschließlicher Benutzung von Polarkoordinaten vorgestellt, welches die Realisierung sehr hoher Bearbeitungsgeschwindigkeiten bei hoher Präzision ermöglicht, ohne dass hierfür ein hoher Aufwand in Kauf genommen werden muß.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung besteht, gemäß Patentanspruch 2, das Maschinengestell aus zwei parallel und im Abstand zueinander angeordneten Platten, welche einen Lagerbolzen für die Lagerung des Drehtellers im Abstand zur obersten Platte aufweisen und der Drehteller trägt ein Mittel zur Festlegung der Nullpunktposition im Polarkoordinatensystem. Vorzugsweise ist, gemäß Patentanspruch 3, das Mittel zur Festlegung der Nullpunktposition als steuerbarer, federbelasteter Bolzen ausgestaltet, welcher in eine Aussparung des Drehtellers eingreift.

[0016] Diese Ausgestaltung der Erfindung weist den Vorteil auf, dass spielfrei die Nullpunktposition festlegbar ist, so dass mit eindeutigen Positionen gearbeitet werden kann. Dadurch besteht die Möglichkeit, auch bei einer Anordnung

des Schwenkarms auf dem Drehteller selbst, die Nullpunktposition festzulegen.

[0017] In Weiterbildung der Erfindung sind, gemäß Patentanspruch 4, die Drehteller im Viereck angeordnet und jeweils in Kreissektoren unterteilt und der Schwenkarm ist um 360° verschwenkbar ausgestaltet, wodurch ein Schwenkarm bis zu vier Drehteller überstreichen kann.

[0018] Diese Weiterbildung der Erfindung weist den Vorteil auf, dass durch die Kombination von Dreh- und Schwenkbewegung der überstreichbare Bereich vergrößert (maximale Länge des Schwenkarm durch Abstand Schwenkarmachse und Mittelpunkt des am weitesten entfernten Drehtellers bestimmt) und eine äußerst kompakte Bauweise bei geringem Aufwand möglich ist.

[0019] Vorzugsweise ist, gemäß Patentanspruch 5, der Schwenkarm als länglicher Körper ausgestaltet, welcher im Randbereich eine durchgängige Lagerachse für den Schwenkarm und im gegenüberliegenden Randbereich eine Aufnahme für das Werkzeug aufweist.

[0020] Diese Anordnung ermöglicht eine hochpräzise Lagerung, beispielsweise mittels Kugellager, und gewährleistet sehr geringe Reibungsverluste und eine sehr verschleißarme Funktionsweise.

[0021] In Weiterbildung der Erfindung ist, gemäß Patentanspruch 6, ein Getriebe unterhalb des Drehtellers angeordnet, welches mindestens ein mit einer Antriebswelle in Verbindung stehendes Zwischenrad aufweist, welches als Hilfszahnrad mit einer Zahnzahl h ausgebildet ist, außerdem sind ein erstes feststehendes Innenzahnrad mit einer Zahnzahl d und als Abtriebsrad ein zweites rotationsbewegliches Innenzahnrad mit einer Zahnzahl g vorgesehen und das Hilfszahnrad ist exzentrisch zu den Innenzahnradern gelagert und rollt von der Antriebswelle angetrieben in den Innenzahnradern ab, wodurch die beiden Innenzahnradern kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

[0022] Ein solches Zahnrad-Untersetzungsgetriebe ist in der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung 100 20 364.7-12 der Anmelderin beschrieben. Dieses Zahnrad-Untersetzungsgetriebe per se weist den Vorteil auf, dass auf überraschend einfache Art und Weise das kraftschlüssige Verbinden der beiden Räder und die Realisierung der notwendigen Lageveränderung mittels einem Hilfszahnrad, das sich durch die Antriebswelle getrieben in den Innenzahnradern abrollt, vorgenommen wird. Mit welcher Drehzahl das Hilfszahnrad um sich selbst dreht, ist nicht von Bedeutung. Damit wird erstmalig ein Untersetzungsgetriebe unter ausschließlicher Benutzung von Zahnradern vorgestellt, welches die Realisierung sehr feiner Abstufungen (d. h. einstufig große Untersetzungen) und die Übertragung hoher Drehmomente ermöglicht, ohne dass hierfür ein hoher Aufwand in Kauf genommen werden muss. In Kombination mit der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine kann einerseits eine sehr genaue Positionierung von Drehteller und Schwenkarm, andererseits eine hohe Verfahrensgeschwindigkeit erzielt werden. Weiterhin ist von Vorteil, dass alle Bestandteile des Zahnrad-Untersetzungsgetriebes und der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine aus demselben Material, beispielsweise Kunststoff bestehen und durch Spritzgießen in Massenfertigung herstellbar sind, dass die Kombination ein verhältnismäßig geringes Laufgeräusch aufweist und dass diese gegenüber Fertigungs- und Montagetoleranzen sehr unempfindlich ist.

[0023] Weitere Vorteile und Einzelheiten lassen sich der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung entnehmen. In der Zeichnung zeigt:

[0024] Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine in Schrägsicht und

[0025] Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schwenkarms in Seitenansicht.

[0026] Die Fig. 1 zeigt eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine für den Einsatz als Polarkoordinaten-Bohrmaschine, beispielsweise zum Bohren von Leiterplatten. Prinzipiell ist das erfindungsgemäße Konzept für viele Anwendungsfälle geeignet, beispielsweise in allen NC-gesteuerten Bearbeitungszentren einsetzbar.

[0027] Erfindungsgemäß weist die Werkzeugmaschine mindestens einen um die vertikale Achse eines Maschinengestells M rotierbaren Schwenkarm S, welcher das Werkzeug B trägt, und einen motorisch antreibbaren, im Maschinengestell M gelagerten Drehteller D auf. Auf dem Drehteller D ist ein das Werkstück, z. B. eine Leiterplatte aufnehmender Werkstückträger befestigt. Wie Fig. 1 zeigt, können bis zu vier Schwenkarme S außerhalb des Drehtellers D angeordnet werden (in Fig. 1 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit der vierte Schwenkarm S nicht eingezeichnet), wobei erfindungsgemäß eine Polarkoordinatensteuerung des Werkzeugs B oder eines Messgeräts ermöglicht wird.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung besteht das Maschinengestell M aus zwei parallel und im Abstand zueinander angeordneten Platten P (wovon in der Fig. 1 der Übersichtlichkeit halber lediglich eine Platte P dargestellt ist), welche einen Lagerbolzen L für die Lagerung des Drehtellers D im Abstand zur obersten Platte P aufweisen. Weiterhin trägt der Drehteller D ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Mittel zur Festlegung der Nullpunktposition im Polarkoordinatensystem, welches als steuerbarer, federbelasteter Bolzen (oder manuell verschiebbarer ca. 3 mm langer Passstift) ausgestaltet ist und in eine Aussparung des Drehtellers D eingreift. Beispielsweise kann die Lagefixierung der Leiterplatte auf dem Drehteller D dadurch erfolgen, dass der Drehteller D ein fest verbundenes und ein lösbares Mittel aufweist, wobei letzteres in Lochreihen des Drehtellers D einführbar ist. Die Leiterplatte selbst weist zwei Löcher auf und zur Lagefixierung wird in diese das fest verbundene Mittel eingeführt und der Drehteller D soweit verdreht bis das zweite Mittel – durch deckungsgleiche Lage – einführbar ist. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine einfache und rasche Lagefixierung, einen materialsparenden leichten Aufbau auch in Kombination mit dem Zahnrad-Untersetzungsgetriebe gemäß der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung 100 20 364.7-12 (Anordnung des Getriebe unterhalb des Drehtellers D) und erlaubt eine gute Zugänglichkeit bei der Reinigung.

[0029] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist der Schwenkarm S als länglicher Körper ausgestaltet, welcher im Randbereich eine durchgängige Lagerachse LA und im gegenüberliegenden Randbereich eine Aufnahme für den Bohrer B – bei Anwendung für eine Polarkoordinaten-Bohrmaschine – aufweist. Ein solcher Schwenkarm wiegt ca. 240 g und ermöglicht auch aufgrund der geringen Masse ohne besonderen Aufwand für den Antrieb Verfahrensgeschwindigkeiten zwischen ca. 10 mm/sec und 20 mm/sec. Die Drehteller D können auch im Viereck angeordnet und jeweils in Kreissektoren unterteilt werden. Der um 360° verschwenkbare Schwenkarm S überstreicht dann die vier Drehteller D kreisabschnittsförmig. Alternativ kann der Schwenkarm S auch zweiarbig ausgestaltet werden, wobei an jedem Arm mindestens ein Werkzeug B oder ein Messgerät angeordnet ist. Bei dieser Ausgestaltung lassen sich besonders kurze Bearbeitungszeiten realisieren, da praktisch gleichzeitig zwei Drehteller bedient werden können. Die Winkelstellung der beiden Arme zueinander ist dabei manuell oder über die NC-Steuerung einstellbar, so dass – ähnlich wie bei der Bedienung eines Drehtellers D mit mehreren

Schwenkarmen S – gleichzeitig Bohren und Positionieren ermöglicht wird.

[0030] Sowohl für den Antrieb als auch für den Vorschub V des am Schwenkarm S angeordneten Bohrers B kann ein entsprechender Motor vorgesehen werden. Der Antriebsmotor für den Bohrer B kann im Bereich der Lagerachse LA angeordnet werden und treibt beispielsweise über einen Zahnriemen die Bohrspindel an.

[0031] Alternativ kann, wie Fig. 2 zeigt, der Schwenkarm S als Parallelogramm ausgestaltet werden, welches einerseits an der Lagerachse LA gelagert ist und andererseits eine Bohrmaschine BM trägt. Die beiden Arme des Parallelogramms bewirken sowohl Vorschub- als auch Schwenkbewegung und Wagen – im Vergleich zur vorgenannten Alternative – am Armende ein höheres Gewicht.

[0032] Um hohe Bohrerstandzeiten zu erreichen, kann dem Vorschub V ein Lastfühler zugeordnet werden. Dabei können zur Ermittlung von Anfangs- und Endposition der Bearbeitung in vertikaler Richtung V, am Schwenkarm S zwei Positionsschalter (für untere und obere Lage) vorgesehen werden und im dazwischen liegenden Bereich wird der Anpressdruck des Bohrers B über die Messung der Stromstärke durch einen elektromagnetischen Steller oder durch eine Wicklung eines Vorschubmotors ermittelt. Die Höhe der Spindel kann beispielsweise über die Feldstärke eines Elektromagneten gesteuert werden, wobei beispielsweise bei stumpfem Bohrer die Bearbeitungszeiten länger sind und wobei auch eine selbstständige Einstellung auf den Bohrerdurchmesser vorgesehen werden kann. Weiterhin kann vorgesehen werden, dass die Vorschubbewegung in vertikaler Richtung entgegen der Federkraft einer Zug- oder Druckfeder erfolgt, so dass der Bohrer (ca. 1 g bei einem Bohrerdurchmesser von 0,8 mm) in der Ruheposition zuverlässig abgehoben ist.

[0033] Im Vergleich zum bekannten Stand der Technik erfordert die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine wenig Teile, insbesondere keine Spezialteile, weist in Kombination mit dem Zahnrad-Untersetzungsgetriebe gemäß der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung 100 20 364.7-12 kein Spiel auf und erlaubt – auch in Verbindung mit übergreifenden Arbeiten und geringem Gewicht des Schwenkarms – ca. um den Faktor 2, bei vier Schwenkarmen bis zum Faktor 10 kürzere Bearbeitungszeiten. In der Praxis werden zum Leiterplattenbohren meistens nicht mehr als drei oder vier verschiedene Bohrerdurchmesser benötigt, so dass bei der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine auf einfache Art und Weise die benachbarte Lage und die Möglichkeit zwischen durch im benachbarten Sektor zu bohren programmtechnisch berücksichtigt werden kann. Im Vergleich dazu benötigen Linearsysteme nicht nur eine entsprechende Anzahl von Spindeln mit einem breiten aufwendigen Schlittenaufbau, insbesondere um Toleranzen und Ausdehnungen der Längstraverse, Abweichungen im 90°-Winkel der Quertraverse zu verhindern, sowie eine exakte Führung der langen und notwendiger Weise starren Z-Achse zu gewährleisten, sondern erfordern auch – entsprechend des starren Programmablaufs – lange Fahrwege um ein einzelnes Loch zu bohren. Auch stören bei Linearsystemen meist die Kabelführungen und liegen als Energieketten ebenso wie der Schlitten im Schmutzbereich. Da die bei der Bearbeitung auftretenden Späne und/oder Stäube häufig sehr hart sind, müssen bei Linearsystemen aufwendige Schutzvorrichtungen, beispielsweise Abstreifer, Bürsten, Faltenbälge und dergleichen, vorgesehen werden; u. a. deshalb sind solche Linearsysteme entsprechend teuer. Bei der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine liegt dagegen nur noch die Bohrspindel im Schmutzbereich, die Achsen können auf einfache Art und Weise über Simmerringe abgedichtet werden und

die Energiezuführung kann über ein in der Achse geführtes Kabel erfolgen.

[0034] Weiterhin kann das Grundprinzip der erfindungsgemäßen Maschine auf den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden, d. h. je nachdem, ob Anforderungen hinsichtlich kurzer Fahrzeiten, exakter Positionierung, langer Standzeiten der Werkzeuge u. a. gestellt werden.

[0035] Alle dargestellten und beschriebenen Ausführungsmöglichkeiten, sowie alle in der Beschreibung und/oder der Zeichnung offenbarten neuen Einzelmerkmale und ihre Kombination untereinander, sind erfindungswesentlich. Beispielsweise können auch acht Schwenkarme pro Drehteller vorgesehen werden, für gezielten Werkzeughub kann auch ein Spindeltrieb vorgesehen werden oder der Drehteller kann höhenverstellbar sein u. a.

#### Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine zur Bearbeitung von Werkstücken mit einem Maschinengestell (M) und mit einem um dessen vertikale Achse rotierbaren Schwenkarm (S), welcher das Werkzeug (B) trägt, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein motorisch antreibbarer Drehteller (D) im Maschinengestell (M) gelagert ist, dass auf dem Drehteller (D) ein das Werkstück aufnehmender Werkstückträger befestigt ist und dass mindestens ein Schwenkarm (S) außerhalb des Drehtellers (D) angeordnet ist, wodurch eine Polarkoordinatensteuerung des Werkzeugs (B) oder eines Messgeräts ermöglicht wird.
2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Maschinengestell (M) aus zwei parallel und im Abstand zueinander angeordneten Platten (P) besteht, welche einen Lagerbolzen (L) für die Lagerung des Drehtellers (D) im Abstand zur obersten Platte (P) aufweisen und dass der Drehteller (D) ein Mittel zur Festlegung der Nullpunktposition im Polarkoordinatensystem trägt.
3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Festlegung der Nullpunktposition als steuerbarer, federbelasteter Bolzen ausgestaltet ist, welcher in eine Aussparung des Drehtellers (D) eingreift.
4. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehteller (D) im Viereck angeordnet und jeweils in Kreissektoren unterteilt sind und dass der Schwenkarm (S) um 360° verschwenkbar ausgestaltet ist, wodurch ein Schwenkarm (S) bis zu vier Drehteller (D) überstreichen kann.
5. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkarm (S) als länglicher Körper ausgestaltet ist, welcher im Randbereich eine durchgängige Lagerachse (LA) für den Schwenkarm (S) und im gegenüberliegenden Randbereich eine Aufnahme für das Werkzeug (B) aufweist.
6. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Getriebe unterhalb des Drehtellers (D) angeordnet ist, welches mindestens ein mit einer Antriebswelle in Verbindung stehendes Zwischenrad aufweist, welches als Hilfszahnrad mit einer Zahnzahl h ausgebildet ist, dass ein erstes feststehendes Innenzahnrad mit einer Zahnzahl d und als Abtriebsrad ein zweites rotationsbewegliches Innenzahnrad mit einer Zahnzahl g vorgesehen sind und dass das Hilfszahnrad exzentrisch zu den Innenzahnradern gelagert ist und von der Antriebswelle angetrieben in den Innenzahnradern abrollt, wodurch die beiden Innenzahnräder kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

7. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die Anwendung als Polarkoordinaten-Bohrmaschine.
8. Werkzeugmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl ein Antriebsmotor als auch ein Vorschub (V) für den am Schwenkarm (S) angeordneten Bohrer (B) vorgesehen sind und dass zumindest dem Vorschub (V) ein Lastfühler zugeordnet ist. 5
9. Werkzeugmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Lagerachse (LA) der Antriebsmotor für den Bohrer (B) angeordnet ist und dass der Schwenkarm (S) von einem Vorschub (V) in vertikaler Richtung höhenverstellbar ist. 10
10. Werkzeugmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkarm (S) als Parallelogramm ausgestaltet ist, welches einerseits an der Lagerachse (LA) gelagert ist und andererseits eine Bohrmaschine (BM) trägt, wobei das Parallelogramm sowohl Vorschub (V) als auch Schwenkung bewirkt. 15
11. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung von Anfangs- und Endposition der Bearbeitung in vertikaler Richtung (V), am Schwenkarm (S) zwei Positionsschalter vorgesehen sind und dass im dazwischen liegenden Bereich der Anpressdruck des Bohrers (B) über die Messung der Stromstärke durch einen elektromagnetischen Steller oder durch eine Wicklung eines Vorschubmotors ermittelt wird. 20
12. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorschubbewegung in vertikaler Richtung entgegen der Federkraft einer Zug- oder Druckfeder erfolgt. 25
13. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkarm (S) zweiarmig ausgestaltet ist und an jedem Arm mindestens ein Werkzeug (B) oder ein Messgerät trägt oder dass mehrere Schwenkarne (S) ein und denselben Drehteller (D) überstreichen. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

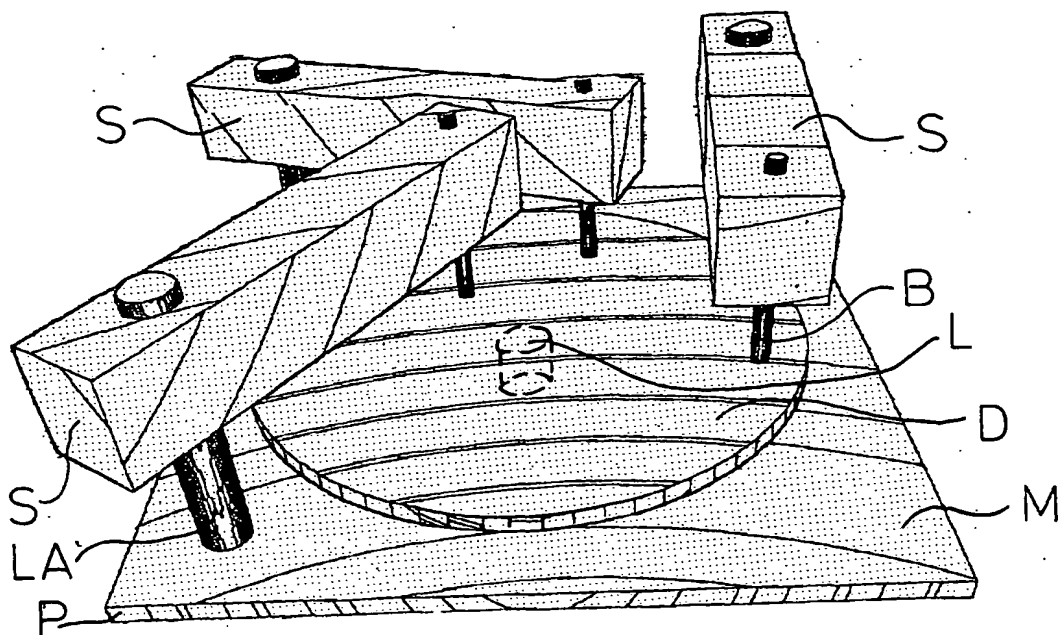


FIG. 1

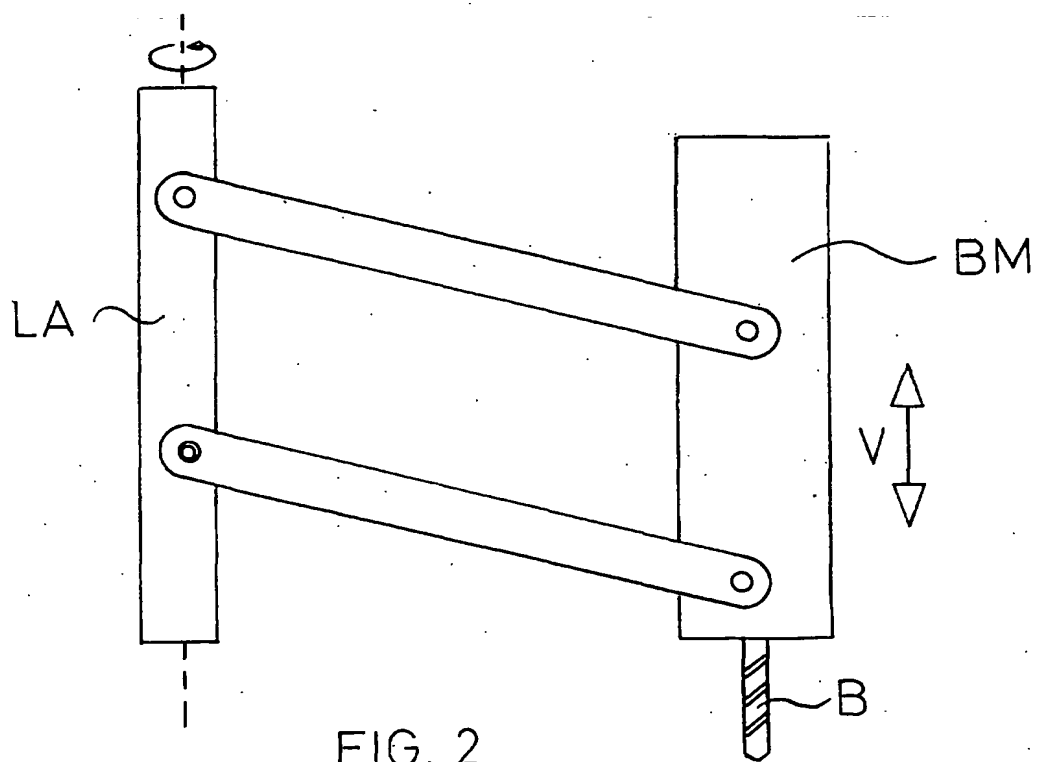


FIG. 2



**A drilling or milling machine tool has a work turntable and operating tools on arms pivoting about centers outside the turntable perimeter positioned by polar coordinates**

**Patent number:** DE10061883  
**Publication date:** 2002-06-27  
**Inventor:** MUELLER THOMAS (DE)  
**Applicant:** TDM ELEKTRONIK (DE);; MUELLER THOMAS (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B23Q37/00; B23Q1/25; B23P23/04; B23Q1/01; B23B39/04  
- **european:** B23Q1/26C2; B23Q1/50; B23Q3/18; B23Q39/02; B23Q39/04  
**Application number:** DE20001061883 20001212  
**Priority number(s):** DE20001061883 20001212

**Report a data error here**

**Abstract of DE10061883**

The machine bed (M) has a centrally pivoted (L) turntable (D) on which the work is clamped and drills or milling cutters (B) on arms (S) swiveling on centers (LA) positioned on the bed outside the turntable circumference. Each tool position is set by polar coordinates.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide